

OMENIEN VARASTOIMISESTA ALHAISESSA LÄMPÖTILASSA

JAAKKO SÄKÖ

Maatalouden tutkimuskeskus, Puutarhantutkimuslaitos, Piikkiö

Saapunut 30. 4. 1959

Omenien säilyminen korjuun jälkeen on ratkaisevasti riippuvainen siitä lämpötilasta, jossa niitä pidetään. Tämä koskee tuuletus- ja jäähditysvarastoissa säilytettyjä omenia. Mitä lämpimämpi varasto on, sitä nopeammin omenat kypsyvät. Niinpä 21° C:ssa pidettyjen omenien kypsyminen on todettu tapahtuvan keskimäärin kymmenen-kaksitoista kertaa nopeammin kuin 0° C:ssa. Jo verrattain pienilläkin lämpötilan eroavuuksilla (1—2° C) on huomattavan suuri vaikutus kypsymiseen (3, 6, 8). Koska omenat kuitenkin saavat myös helposti kylmänvaurioita, on lämpötilan alentaminen melko rajoitettua. Eräiden omenalajikkeiden (Goldparmäne, Cox's Orange ja Ontario) mainitaan vioittuvan jo silloin, kun varaston lämpötila laskee alle +2° C:n (4). Kuitenkin sen lämpötilan, jossa tapahtuu omenien jäätymistä, on todettu olevan n. —2° C ja muutamien lajikkeiden osalta vielä hieman alhaisemmankin (2, 10).

Käsitykset siitä, mikä on sopivin lämpötila omenien varastoisessa, poikkeavat toisistaan. Osaltaan tähän vaikuttaa se, että tietyillä omenalajikkeilla on jonkin verran erilaiset lämpötilavaatimukset kuin toisilla. Monissa hedelmänviljelyn käsikirjoissa pidetään 0° C:n lämpötilaa rajana, jota ei pitäisi alittaa omenavarastossa. Meillä viimeksi ilmestyneissä omenanviljelyä käsittelevässä oppaassa ja käsikirjassa (12,5) mainitaan +2° — +4° ja +3° — +5° C:n lämpötilat omenien säilytyksessä sopiviksi.

Pohjoismaissa on selvitty lämpötilan vaikutusta omenien säilyvyyteen mm. Tanskassa suoritetuilla monivuotisilla kokeilla (1). Niissä todettiin, ettei varaston lämpötilan pitäminen +5° C:ssa aikaansaanut omenien säilymisessä selvää paranusta verrattuna tavalliseen tuuletusvarastoon varastoituihin omeniin. Sen sijaan +2.5° C:n lämpötila osoittautui parhaaksi useimpien tanskalaisten vakiolajikkeiden varastoinnissa. Kun lämpötila pidettiin +0.5° C:ssa, omenissa esiintyi kuoripoltetta, sienitauteja ja nahistumista tavallista vähemmän. Näin alhaisessa lämpötilassa omenien kuitenkin katsottiin olevan alttiita kylmänvaurioille.

Yhdysvalloissa ja Kanadassa omenat säilytetään jäädytysvarastossa yleensä verrattain alhaisessa lämpötilassa. Sopivana varaston lämpötilana pidetään nimitäin useimmille siellä kasvatetuille omenalajikkeille -1° — -0.5° C (30° — 31° F), (2, 7, 10, 11). Mainittua lämpötilaa suositellaan käytettäväksi erityisesti silloin kun omenia halutaan varastoida mahdollisimman kauan. Sekä sienitaudeista että muista syistä johtuva omenien pilaantuminen on osoittautunut yleisemmäksi lämpötilan ollessa 0° C:n yläpuolella kuin sen alapuolella. Niinpä Kanadassa suoritettussa kokeessa McIntosh-omenien pilaantuminen oli n. kaksi kertaa runsaampaa $+0.5^{\circ}$ C:n lämpötilassa säilytettynä kuin siinä tapauksessa, että varaston lämpötila pidettiin -0.5° C:ssa (7).

Seuraavassa selvitetään muutamien Suomessa viljeltyjen omenalajikkeiden varastointia alle 0° C:n lämpötilassa.

Koeolosuhteet, aineisto ja menetelmät

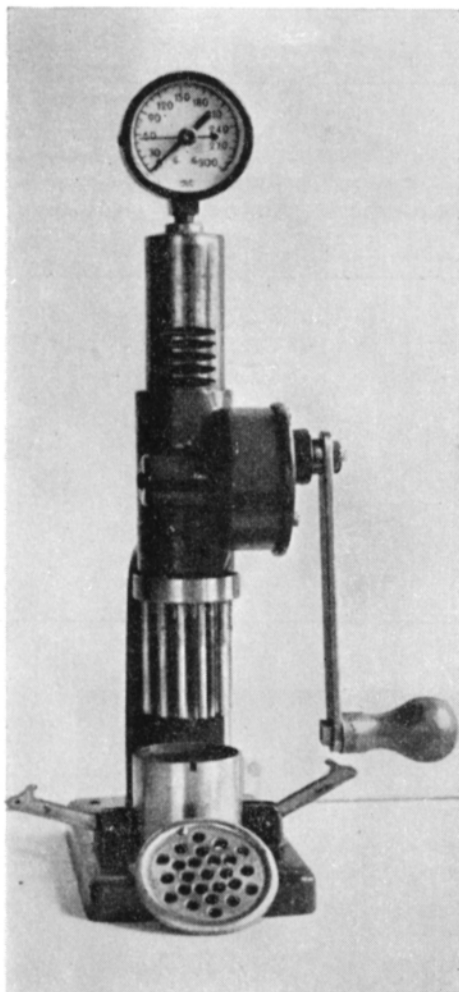
Puutarhantutkimuslaitoksella tutkittiin varastoimiskaudella 1958—59 varaston lämpötilan vaikutusta omenien säilymiseen ja kypsymiseen. Koe järjestettiin samanaikaisesti kahdessa koneellisesti jäädytetyssä varastossa, joissa lämpötila säädettiin termostaatin avulla. Lämpötila pidettiin toisessa varastossa keskimäärin -1° C:ssa (vaihtelu -2° — 0° C) ja toisessa keskimäärin $+4^{\circ}$ C:ssa (vaihtelu $+3^{\circ}$ — $+5^{\circ}$ C). Ilman suhteellinen kosteus oli molemmissa varastoissa 85—90 %. Tutkittavina omenalajikkeina olivat Kaneli, Lobo, Wealthy ja Åkerö, joista jokaisesta säilytettiin 200 omenaa kummassakin varastossa.

Omenat vietiin varastoon välittömästi korjuun jälkeen. Varastoiminen lopetettiin Kaneli-omenien osalta joulukuun ja muiden lajikkeiden osalta helmikuun alussa.

Omenien kypsymistä tutkittiin mittaamalla niiden mallon kiinteyttä Christel'in valmistamalla texturemeter-laitteella (kuva 1). Laite on oikeastaan konstruoitu herneiden kiinteysmittauksia varten, mutta sitä voidaan hyvin käyttää myös omenien mallon kiinteyden mittaamiseen. Ennen mittauksia omenat leikattiin kahdella leikkurilla yhtä suuriksi silinterin muotoisiksi palasiksi, joista poistettiin vielä siemenkoti.

Koetulokset ja niiden tarkastelu

Omenien pilaantuminen oli kummassakin varastossa varsin vähäistä (taulukko 1). Sienitauteja esiintyi varastoimiskaudella 1958—59 omenissa yleensä poikkeuksellisen vähän, mikä ilmeisesti johtui siitä, että kasvukausi 1958 ja varsinkin sen loppupuoli oli tavallista kuivempi. Niinpä esimerkiksi varastolaikkutautia ilmeni Kaneli-lajikkeessa, josta Puutarhantutkimuslaitoksen varastoimiskokeissa oli kaikkiaan 1800 omenaa, joulukuun alkuun mennessä vain seitsemässä tapauksessa eli 0.4 % varastoitujen omenien määrästä. Nyt käsiteltävänä olevassa kokeessa tavattiin pakkasvarastossa, ts. -1° C:n lämpötilassa pidetyistä 800 omenasta vain



Kuva 1. Omenien mallon kiinteys mitattiin texturemeter-laitteella (valmistaja VM. F. Christel U.S.A.).

Fig. 1. The firmness of apple flesh was measured by a texturemeter (manufactured by VM. F. Christel U.S.A.)

viisi sienitautista, joista neljässä oli varastolaikkutautia ja yhdessä harmaahometta. Omenista, joita säilytettiin $+4^{\circ}\text{C}$:n lämpötilassa, oli seitsemäntoista sienitautista. Niistä oli kymmenen varastolaikkutaudin ja seitsemän harmaahomeen pilaamaa.

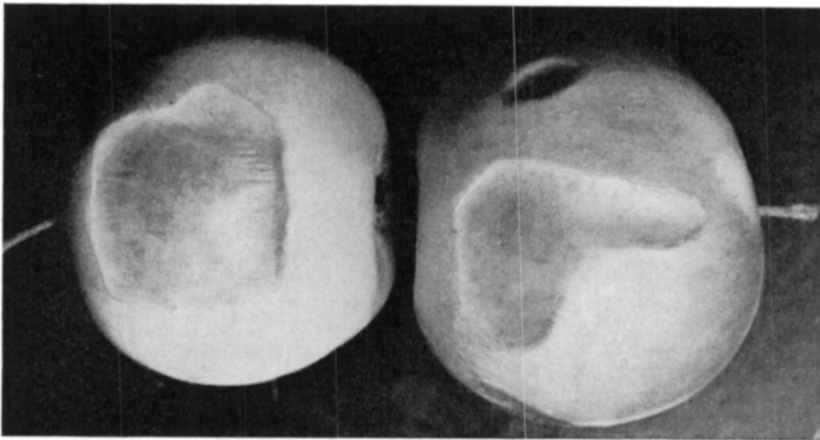
Pakkasvarastossa ilmeni kuudessa Åkerö-omenassa (yht. 3.0 %) ja yhdessätoista Wealthy-omenassa (yht. 5.5 %) kylmänvaurioita. Sen sijaan Kaneli- ja Lobo-omenissa niitä ei tavattu lainkaan. Palettuneissa Åkerö-omenissa vioittunut kohta omenan pinnassa oli muuta osaa tummempi. Sen alla malto oli pehmeää ja tummunutta. Tummintaa oli johtosolukko. Wealthy-omenissa palettumisvauriot ilmenevät taas epäsäännöllisen muotoisina, n. 3—5 mm sisäänpainuneina laikkuina, jotka peittivät melko suuren omenan pinnasta (kuva 2). Laikut olivat kiinteäpintaisia ja kuivahkoja. Niiden alta malto oli vioittunut n. 2—3 mm:n syvyyteen.

Painonhäviö, jonka aikaansaavat hengitys- ja haihtumistappio, oli pakkasvarastossa säilytetyissä Kaneli-, Wealthy- ja Åkerö- omenissa jonkin verran pienempi kuin samojen lajikkeiden $+4^{\circ}\text{C}$:ssa pidetyissä omenissa. Tämä olikin odo-

Taulukko 1. Eri lämpötiloissa varastoitujen omenien säilyminen.

Table 1. The keeping quality of the apples stored at different temperatures.

Lajike	Koe alkoi	Tarkastus päivä	Varaston keskim. lämpötila	Terveitä %	Pilaantuneita %	Painonhäviö %
<i>Variety</i>	<i>Exp. started</i>	<i>Date of testing</i>	<i>Average temperat. of storage room</i>	<i>Sound</i>	<i>Spoiled</i>	<i>Loss of weight</i>
Kaneli	24/9	2/12	-1° C	93.9	0	6.1
»			+4° C	91.6	0.9	7.5
Wealthy	2/10	2/2	-1° C	89.1	5.3	5.6
»			+4° C	93.1	0	6.9
Åkerö	2/10	2/2	-1° C	87.5	4.9	7.6
»			+4° C	85.3	5.7	9.0
Lobo	13/10	2/2	-1° C	91.9	0.6	7.5
»			+4° C	91.6	0.9	7.5



Kuva 2. Kylmänvaurioita -2° — 0°C:n lämpötilassa varastoiduissa Wealthy-omenissa. Orig.

Fig. 2. Low-temperature injuries in Wealthy apples stored at -2° — 0°C. Orig.

tettavissa, koska omenien hengittäminen tapahtuu sitä hitaammin, mitä kylmemmässä niitä säilytetään. Lobo-omenien painonhäviö oli kuitenkin yhtä suuri molemmissa varastoissa.

Mallon kiinteys, jonka perusteella voidaan arvostella omenien kypsymistä, oli kokeen päätyttyä kaikissa lajikkeissa suurempi niissä omenissa, joita oli pidetty -1° C:n lämpötilassa, kuin +4° C:ssä säilytetyissä (taulukko 2). Tässä suhteessa ero muodostui erityisen selväksi Kaneli-omenissa, joiden mittaus suoritettiin joulu-kuun alussa. Tällöin pakkasvarastossa olleiden omenien mallon kiinteys oli lähes

Taulukko 2. Varaston lämpötilan vaikutus omenien mallon kiinteyteen.
 Table 2. The effect of temperature of the storage room on the firmness of the apple flesh.

Lajike <i>Variety</i>	Koe alkoi <i>Exp. started</i>	Varastoimis- aika, päiviä <i>Time of storing days</i>	Varaston keskim. lämpötila <i>Average temperat. of storage room</i>	Mallon kiintteys keskim. texturemeter-yksikköinä <i>Average firmness of apple flesh as texturemeter units</i>	Varastoinnin päätyttyä <i>After storage</i>	Varastoinnin jälkeen 10 pv. 18°—20° C:ssa pidetyistä omenista <i>From apples kept after storage 10 days at 18°—20° C.</i>
Kaneli	24/9	70	—1° C	70.9 ± 1.3		
»		70	+4° C	37.7 ± 1.1		
»	24/9	70+37	—1° C/+4° C	54.8 ± 1.2		
Wealthy	2/10	122	—1° C	60.9 ± 1.0		56.5 ± 1.1
»		122	+4° C	42.9 ± 0.7		30.0 ± 1.0
Åkerö	2/10	122	—1° C	67.2 ± 1.5		56.6 ± 1.6
»		122	+4° C	59.2 ± 1.4		44.5 ± 1.1
Lobo	13/10	111	—1° C	54.1 ± 0.7		46.7 ± 1.2
»		111	+4° C	45.4 ± 1.0		33.1 ± 0.8

Huom. Mittaukset tehty kussakin tapauksessa 50 omenasta. Suurin texturemeter-yksikkömäärä osoittaa suurinta kiinteyttä.

Note. The measurements has been made in every case from 50 apples. The highest number of texturemeter units shows the greatest firmness.

kaksi kertaa suurempi kuin lämpimämmässä varastossa säilytettyjen. Osa pakkasvarastossa pidetyistä Kaneli-omenista siirrettiin 2/12 toiseen varastoon +4° C:n lämpötilaan, ja säilytettiin siellä edelleen 37 päivää. Näiden omenien mallon kiinteyks oli vielä tällöinkin (10/1) selvästi suurempi verrattuna niihin omeniin, joita pidettiin kokeen alusta lähtien +4° C:n lämpötilassa, ja joista mittaukset tehtiin joulukuun alussa.

Lobo-, Wealthy- ja Åkerö-omenista suoritettiin mallon kiinteyksmittaukset myös sen jälkeen, kun niitä oli varastoimisen päätyttyä pidetty kymmenen päivää huoneenlämmössä (18°—20° C). Näiden kymmenen päivän aikana pieneni mallon kiinteyks kaikissa omenissa, mutta eniten niissä, joita oli varastoimisaikana säilytetty +4° C:n lämpötilassa. Kaikki +4° C:n lämpötilassa varastoidut ja kymmenen päivää huoneenlämmössä olleet Wealthy-omenat olivat liikakypsyneitä. Niiden malto oli ruskeuttunut siemenkodan ympäriltä. Tätä ei sen sijaan tavattu niissä Wealthy-omenissa, jotka oli varastoitu —1° C:n lämpötilassa.

Omenien siirtäminen —1° C:n lämpötilasta huoneenlämpöön ei aiheuttanut niissä mitään haitallista vaikutusta. Pakkasvarastossa pidetyt Kaneli-omenat olivat joulukuun alussa raikkaan ja tuoreen makuisia. Sitä vastoin lämpimämmässä varas-

tossa säilytetyt saman lajikkeen omenat olivat tässä vaiheessa jo liiakypsyneitä ja käyneenmakuisia. Myös pakkasvarastossa pidetyt Lobo-, Wealthy- ja Åkerö-omenat todettiin helmikuussa tehdyissä makuhavainnoissa paremmiksi kuin samojen lajikkeiden $+4^{\circ}\text{C}$:n lämpötilassa varastoidut omenat.

Tämä alustava koe osoitti, että omenien kypsymistä voidaan melko tehokkaasti hidastaa pitämällä varaston lämpötila keskimäärin -1°C :ssa. Tällöin on kuitenkin tutkittava mitä lajikkeita on mahdollista varastoida näin alhaisessa lämpötilassa. Nyt kokeiltavina olleista lajikkeista vain Wealthy-omenat kärsivät sanottavasti kylmänvaurioita. Vaurioituminen oli tässäkin lajikkeessa silti verrattain vähäistä käsittäen ainoastaan 5.5% varastoiduista omenista. Tällä kertaa kokeesta ei selvinnyt mikä merkitys alle 0°C :n lämpötilalla on sienitautien esiintymiseen omenissa, koska niitä ilmaantui vuoden 1958 omeniin perin vähän. On kuitenkin ajateltavissa, että kypsymistä hidastamalla ehkä ainakin jonkin verran voidaan torjua mm. varastolaikkutautia, jonka meillä on todettu aiheuttavan omenien varastoisissa eniten tappioita (9). Tätä tautia alkaa nimittäin ilmaantua omeniin vasta sen jälkeen, kun niiden kypsyminen on edistynyt melko pitkälle.

Yhteenveto

Varastoimiskaudella 1958—59 selvitettiin alustavasti Kaneli-, Lobo-, Wealthy- ja Åkerö-omenien säilymistä ja kypsymistä keskimäärin -1°C :n (vaihtelu -2° — 0°C) lämpötilassa verrattuna $+4^{\circ}\text{C}$:n (vaihtelu $+3^{\circ}$ — $+5^{\circ}\text{C}$) lämpötilassa pidettyihin omeniin.

Ensiksi mainitussa lämpötilassa varastoiduissa Wealthy- ja Åkerö-omenissa ilmeni jonkin verran kylmänvaurioita (yht. 5.5 ja 3.0%). Sen sijaan Kaneli- ja Lobo-lajikkeissa niitä ei tavattu. Useimmissa lajikkeissa painonhäviö oli pienin kylmemmässä varastossa säilytetyissä omenissa.

Omenien kypsymistä tutkittiin mittaamalla niiden mallon kiinteyttä texturemeter-laitteella (kuva 1). Kokeiden päätyttyä oli mallon kiinteyks suurempi kaikkien kokeiltavina olleiden lajikkeiden niissä omenissa, joita säilytettiin -1°C :n lämpötilassa verrattuna $+4^{\circ}\text{C}$:ssa varastoituihin.

Omenien siirtäminen -1°C :n lämpötilasta huoneenlämpöön ei vaikuttanut niihin haitallisesti. Kun omenat oli tuotu huoneenlämpöön, mallon pehmeneminen tapahtui nopeammin lämpimämmässä kuin kylmemmässä varastossa pidetyissä omenissa.

KIRJALLISUUTTA

- (1) DULLUM, N. & RASMUSSEN, P. M. 1953. Forsøk med opbevaring af aebler 1940—48. Stat. fors. virks. pl.kult. ber. 438: 249—318.
- (2) GOURLEY, J. H. & HOWLETT, F. S. 1947. Modern fruit production, 579 p. New York.
- (3) HALLER, M. H. & LUTZ, J. M. 1941. A comparative study of storage at 32° and 36°F . of apples grown in the Potomac Rivers Valley. U. S. Dep. of Agric. Techn. Bull. 776: 1—41.
- (4) HILKENBÄUMER, F. 1948. Obstbau, 390 S. Berlin.
- (5) KALLIO, T. K. 1958. Hedelmät ja marjat, 281 s. Helsinki.

- (6) MAGNESS, J. R. & DIEHL, H. C. 1924. Physiological studies on apples in storage. *J. Agr. Res.* 27: 1—38.
- (7) PHILLIPS, W. R. 1955. Low temperature research. Effect of storage temperatures. *Progr. Rep. Div. Hort. Centr. Exp. Farm Ottawa 1949—53*, p. 120—125.
- (8) — & POAPST, P. A. & RHEAUME, B. J. 1955. The effect of temperature near 32 degrees F on the storage behaviour of McIntosh apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 65: 214—222.
- (9) SÄKÖ, J. 1959. Omenien varastoisesta. Varastoisiskokeet Puutarhantutkimuslaitoksella Piikkiössä vuosina 1954—58. *Valt. maatal.koetoin. julk.* 173: 1—25.
- (10) WRIGHT, R. C. & ROSE, D. H. & WHITEMAN, T. H. 1954. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. *U. S. Dep. Agric., Agric. Handb.* 66: 1—77.
- (11) Apples, pears and Grapes. *Repr. refrigerating data book, 1955, applic. vol. Amer. Soc. Refrigerating Eng.* p. 1—16.
- (12) Pieni omenanviljelyn opas. Puutarhaneuv. yht.toim. julk. 12: 1—67. Helsinki 1959.

SUMMARY:

ON THE STORAGE OF APPLES AT LOW TEMPERATURE

JAAKKO SÄKÖ

Agricultural Research Centre, Department of Horticulture, Piikkiö

In 1958 an experiment was made, where the effect of the average temperatures of -1°C (fluctuation from -2° to 0°C) and of $+4^{\circ}\text{C}$ (fluctuation from $+3^{\circ}$ to $+5^{\circ}\text{C}$) on the keeping quality and ripening of four apple varieties were compared. In both storage rooms 200 apples were stored of each variety. The relative humidity of the rooms was kept at 85—90 %.

The results of the keeping quality of the apples are given in Table 1. The fungal wastage of apples was considerably low in both storage rooms, as generally in apples stored in 1958. Obviously this was due to a rather dry growing season 1958. Some freezing occurred in the Wealthy (5.5 %) and Åkerö (3.0 %) apples when stored at the temperature of -1°C , but in Kaneli and Lobo varieties it did not appear. In the most apple varieties the loss of weight was a little smaller in the apples kept in the colder storage room.

The firmness of apple texture, which was measured by a texture meter (Fig. 1), was in all the varieties tested better in those apples stored at -1°C comparing with those stored at $+4^{\circ}\text{C}$ (Table 2). This was especially pronounced in the late autumn variety Kaneli, of which the measurements were made at the beginning of December. The texture of the Lobo, Wealthy and Åkerö apples was also measured after they had been kept ten days at the room temperature (18° — 20°C). During that time the firmness of the apple texture decreased in all apples, but most in those, which were stored at $+4^{\circ}\text{C}$. All the Wealthy apples stored at the last-mentioned temperature and then kept ten days at 18° — 20°C were overripe. This was not the case in the apples stored at -1°C .